

DERWENT-ACC-NO: 1997-277757

DERWENT-WEEK: 200425

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Optical scanning apparatus for e.g. bar code reader, laser printer, laser radar - has multiplier that multiplies each control signal to form drive signal used to twist and vibrate first and second piezoelectric pieces

PATENT-ASSIGNEE: NIPPONDENSO CO LTD[NPDE]

PRIORITY-DATA: 1995JP-0260408 (October 6, 1995)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 3518099 B2 026/10	April 12, 2004	N/A	012	G02B
JP 09101474 A 026/10	April 15, 1997	N/A	012	G02B

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 3518099B2	N/A	1995JP-0260408	October 6, 1995
JP 3518099B2	Previous Publ.	JP 9101474	N/A
JP 09101474A	N/A	1995JP-0260408	October 6, 1995

INT-CL (IPC): G02B007/198, G02B026/10, G06K007/10

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 09101474A

BASIC-ABSTRACT:

The apparatus has a reflecting mirror (5) supported to the periphery of a predetermined axis through oscillating system in which twisting oscillation is possible. First and second piezoelectric pieces (6,7) vibrate on one end of the reflecting mirror. Third and fourth piezoelectric pieces (8,9) detect the vibration of the first and second piezoelectric pieces. The detection signal from the third and fourth piezoelectric pieces is input to a phase shifter (50) and a low-pass oscillator which includes a filter (51) and a drive circuit (40). A control signal is formed for a positive feedback to the first and second piezoelectric pieces.

The amplitude of the detected signal is fixed by a rectification circuit (44), smoothing circuit (45) and control circuit which includes a differential amplifier (46). The first and second piezoelectric pieces are driven by a drive signal which corresponds to each control signal multiplied by a multiplier (54).

ADVANTAGE - Obtains stable scanning angle by driving oscillating system by resonance frequency. Enables actuation of reflecting mirror at constant scanning angle without influence of temperature, pressure.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/10

TITLE-TERMS: OPTICAL SCAN APPARATUS BAR CODE READ LASER PRINT LASER RADAR
MULTIPLIER MULTIPLICATION CONTROL SIGNAL FORM DRIVE SIGNAL TWIST
VIBRATION FIRST SECOND PIEZOELECTRIC PIECE

DERWENT-CLASS: P81 T04 V06

EPI-CODES: T04-A03B1; T04-G04; V06-M06D;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1997-230038

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-101474

(43)公開日 平成9年(1997)4月15日

(51)Int.Cl. [*]	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 02 B 26/10	101		G 02 B 26/10	101
				A
7/198		7429-5B	G 06 K 7/10	D
G 06 K 7/10			G 02 B 7/18	B

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 12 頁)

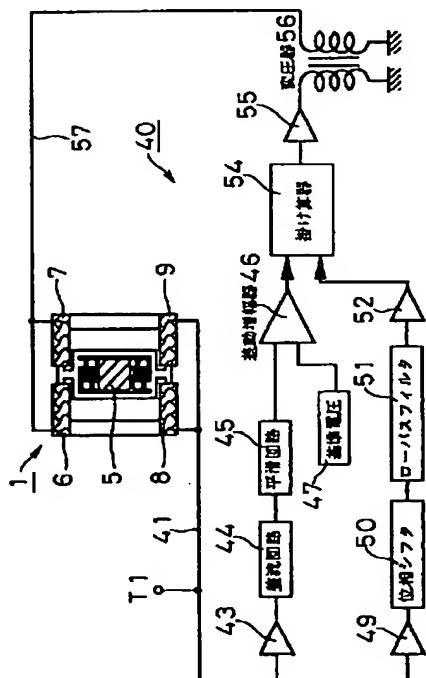
(21)出願番号	特願平7-260408	(71)出願人	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(22)出願日	平成7年(1995)10月6日	(72)発明者	西川 英昭 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内
		(72)発明者	甲村 司 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内
		(72)発明者	大槻 義則 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内
		(74)代理人	弁理士 足立 勉

(54)【発明の名称】光スキャナ装置

(57)【要約】

【課題】共振型の光スキャナ装置において、その振動系を常に共振周波数で駆動でき、しかも常に安定した走査角度が得られるようにする。

【解決手段】反射ミラー5を、所定軸周りに振れ振動可能な振動系にて支持し、これを圧電ユニモルフ6, 7を介して振動させると共に、その振動を圧電ユニモルフ8, 9にて検出する。駆動回路40では、圧電ユニモルフ8, 9からの検出信号を、位相シフタ50, ローパスフィルタ51からなる自励発振回路に入力して圧電ユニモルフ6, 7に正帰還するための制御信号を生成すると共に、整流回路44, 平滑回路45, 差動増幅器46からなる制御回路にて、検出信号の振幅を一定にするための制御信号を生成し、これら各制御信号を掛け算器54で乗算した駆動信号にて圧電ユニモルフ6, 7を駆動する。この結果、温度や圧力等に影響されることなく、反射ミラー5を常に一定の走査角度で駆動できる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源から照射された光をミラー部で反射して所定対象物に照射すると共に、該ミラー部を振動させることにより該対象物を照射する光を所定方向に走査する光スキャナ装置であって、

片持ち梁状に一端が固定されると共に、他端が弾性変形可能な連結部材を介して互いに連結され、駆動信号を受けて互いに逆方向に曲げ運動する一対の駆動手段と、

片持ち梁状に一端が固定されると共に、他端が弾性変形可能な連結部材を介して互いに連結され、自己の曲げ運動に伴う変形量に応じた検出信号を発生する一対の検出手段と、

前記各連結部材に連結され、前記駆動手段側の連結部材の周期的な変形により所定軸回りに振れ振動すると共に、該振れ振動の中心位置に前記ミラー部が形成された弾性変形部材と、

前記検出手段からの検出信号を処理して、前記弾性変形部材を自身の共振周波数にて振り振動させるための駆動信号を生成する、自励発振回路からなる駆動信号生成手段を有し、該駆動信号生成手段にて生成された駆動信号に応じて前記駆動手段を駆動する制御手段と、
20 を備えたことを特徴とする光スキャナ装置。

【請求項2】 前記弾性変形部材は、所定の2軸回りに振れ振動可能に構成され、前記ミラー部は該振れ振動により前記照射光を2次元的に走査することを特徴とする請求項1に記載の光スキャナ装置。

【請求項3】 前記制御手段は、
前記検出信号から、前記弾性変形部材の各軸回りの共振周波数に対応した検出信号を取り出す信号分離手段と、該信号分離手段にて取り出された各検出信号を信号処理して、前記各軸回りの共振周波数に対応した駆動信号を各々生成する一対の駆動信号生成手段と、
該一対の駆動信号生成手段にて生成された駆動信号を加算する加算手段と、
を備え、該加算手段にて加算された駆動信号に応じて前記駆動手段を駆動することを特徴とする請求項2に記載の光スキャナ装置。

【請求項4】 前記駆動信号生成手段は、
前記検出信号を信号処理して、前記共振周波数に対応した第1の制御信号を生成する自励発振回路からなる振動周波数制御部と、
前記検出信号を整流・平滑化して前記弾性変形部材の振動の振幅を検出し、該振幅を所定値に制御するための第2の制御信号を生成する振動振幅制御部と、
該各制御部にて生成された第1及び第2の制御信号を掛け算して前記駆動信号を生成する駆動信号生成部と、
を備えたことを特徴とする請求項1～請求項3いずれか記載の光スキャナ装置。

【請求項5】 前記駆動手段及び検出手段を、夫々、同一形状の圧電ユニモルフ又は圧電バイモルフにて構成す

10

2

ると共に、

前記検出手段から前記制御手段への検出信号の入力経路、及び前記制御手段から前記駆動手段への駆動信号の出力経路、を相互に切り替える信号経路切替手段を設け、

該信号経路切替手段による前記各信号経路の切り替えにより、前記駆動手段及び検出手段として機能する圧電ユニモルフ又は圧電バイモルフを変更可能に構成してなることを特徴とする請求項1～請求項4いずれか記載の光

10 スキャナ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、バーコードリーダ、レーザプリンタ、レーザレーダ等において、光源から出力された所定の光を反射して所定対象物に照射すると共に、その照射光を1次元又は2次元方向に走査するのに使用される光スキャナ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、この種の光スキャナ装置として、例えば特開平4-95916号公報に開示されているように、所定軸回りに振れ変形可能な振動子を備え、その振れ軸の軸芯から離れた所定位置にミラーを形成して、振動子を積層型圧電素子を用いて共振させることにより、ミラーからの反射光を1次元方向に走査するようにしたもの、或は、例えば特表平4-505969号公報に開示されているように、片持ち梁状に一端が固定された4個の圧電バイモルフを備え、この4個の圧電バイモルフを共振させて、その相対運動によりミラーを振動させることにより、ミラーからの反射光を2次元的に走査するようにしたもののが知られている。

【0003】これら各装置は、ミラーを振動系の支持部材にて支持し、これを圧電素子を利用して共振させることにより、対象物への照射光を1次元又は2次元方向に走査するものであることから、光走査のために一般に用いられるポリゴンミラーの機能を、低価格でしかも小型に実現することができる。

【0004】またこのように、ミラーを支持する振動系の共振を利用して光走査を行うには、その駆動源である圧電素子の駆動信号を、その振動系の共振周波数に正確に一致させる必要があり、駆動信号の電圧についても、所望の走査角度が得られる大きさに設定する必要がある。

【0005】そこで、上記従来の光スキャナ装置では、振動系の共振周波数と実際に光走査を行うべき走査角度とに基づき、駆動信号の周波数及び振幅を予め設定しておき、使用時には、この設定した周波数及び振幅の駆動信号にて圧電素子を駆動することにより、所望の光走査を行えるようにしていた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、こうした振

20

50

動系の共振周波数 f_c は、その慣性モーメント m とバネ定数 K とから、次式のように決定され、

$$f_c = (1/2\pi) \cdot (K/m)^{1/2}$$

走査角度の大きさは、振動系を構成する材料の物質粘性と、振動時の空気抵抗等によるダンピング係数で決定される。そして、本来、これらの物性値は、気温、気圧等の周囲の環境によって変化する。

【0007】このため、従来のように、駆動信号を、光スキャナ装置の振動系の特性に応じて正確に設定していくとも、光スキャナ装置の使用環境が変化すると、振動系を共振させることができず、走査角度が小さくなってしまうとか、ダンピング係数の変化等によって、走査角度が変化してしまう、といった問題があった。

【0008】本発明は、こうした問題に鑑みなされたものであり、ミラーを振動系で支持し、これを圧電素子を用いて共振させる、共振型の光スキャナ装置において、その振動系を、使用環境に影響されることなく常に共振周波数にて駆動でき、しかも、常に安定した走査角度を得られるようにすることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するために、請求項1に記載の光スキャナ装置では、弹性变形部材を、曲げ運動可能な一对の駆動手段の自由端を連結する連結部材と、同じく曲げ運動可能な一对の検出手段の自由端を連結する連結部材とに連結することにより、駆動手段及び検出手段にて弹性变形部材を支持している。このため、例えば、各駆動手段に任意の周波数の駆動信号を入力して、各駆動手段を互いに逆方向に曲げ運動させると、その曲げ運動により連結部材が変形して、弹性变形部材が所定軸回りに捩れ振動し、弹性变形部材に形成されたミラー部が、その捩れ振動に対応した所定の走査方向に光を走査することになる。そして、このとき、弹性变形部材の捩れ振動は、連結部材を介して一对の検出手段にも伝達されることから、各検出手段は、その伝達された振動に応じて曲げ運動し、その変形量、延いては、捩れ振動の大きさ及び周波数に対応した検出信号を出力する。

【0010】一方、各検出手段からの検出信号は制御手段に入力される。そして、制御手段内では、検出信号が、自励発振回路からなる駆動信号生成手段により信号処理されて、弹性变形部材を自身の共振周波数にて捩れ振動させるための駆動信号に変換され、制御手段は、その駆動信号に応じて駆動手段を駆動する。つまり、制御手段は、自励発振回路からなる駆動信号生成手段にて各駆動手段の駆動信号を生成することにより、弹性变形部材を自己の共振周波数にて振動させる。

【0011】従って、本発明によれば、駆動手段を駆動する駆動信号の初期値が弹性变形部材の共振周波数からずっていても、駆動信号を弹性变形部材の共振周波数に追従させることができる。このため、温度や圧力等の使

用環境が変化して、弹性变形部材の共振周波数が変化しても、駆動手段を、弹性变形部材の共振周波数にて曲げ運動させることができ、弹性变形部材を、その共振周波数にて捩れ振動させて、その振幅（換言すれば走査角度）を大きくすることができる。

【0012】なお、弹性变形部材としては、駆動手段側の連結部材の周期的な変形により1軸回りに捩れ振動するものであれば、1次元の光スキャナ装置を構成できるが、請求項2に記載のように、2軸回りに捩れ振動可能に構成すれば、2次元の光スキャナ装置を構成できる。そしてこの場合、弹性变形部材は、各軸毎に共振周波数を有することになるが、検出信号には、各軸回りの振動成分が含まれることから、上記のように駆動信号生成手段を自励発振回路にて構成すれば、駆動手段をこれら各共振周波数を合成した駆動信号にて駆動できるため、こうした2次元光スキャナ装置であっても、弹性变形部材をその共振周波数にて駆動することができる。

【0013】またこのように2軸回りに捩れ振動可能な弹性变形部材を用いて2次元光スキャナ装置を構成する場合、請求項3に記載のように、制御手段において、信号分離手段により、各検出手段からの検出信号から、弹性变形部材の各軸回りの共振周波数に対応した検出信号を取り出し、一对の駆動信号生成手段により、その取り出した各検出信号を信号処理して、各軸回りの共振周波数に対応した駆動信号を生成し、加算手段にて、その生成した各駆動信号を加算することにより、駆動手段を実際に駆動するための駆動信号を生成するようにしてもよい。

【0014】そして、この場合には、信号分離手段により、弹性变形部材の各軸回りの共振周波数に対応した検出信号を取り出すことから、他の振動成分を除去することができ、駆動信号にノイズが重畠されることなく、弹性变形部材を各軸回りの共振周波数にてより正確に振動させることができる。

【0015】またこの場合、一对の駆動信号生成手段の内、一方の駆動信号生成手段にて生成した駆動信号を加算回路に入力すれば、駆動手段は、その一方の駆動信号生成手段にて生成された駆動信号（換言すれば2軸の内の一方の軸回りの共振周波数に対応した駆動信号）のみにて駆動されることになり、弹性变形部材をその駆動信号の周波数に対応した一方の軸回りにのみ振動させることができる。従って、本発明によれば、2軸回りに捩れ振動可能な弹性变形部材を備えた2次元光スキャナ装置において、必要に応じて、その走査方向を、2次元から1次元方向に切り替えることも可能である。

【0016】ところで、駆動信号生成手段を、自励発振回路のみにて構成した場合、駆動信号の周波数を弹性变形部材の共振周波数に制御することはできるものの、その振幅（換言すれば走査角度）を制御することはできない。

従って、この場合、周囲環境の変化によって、振動

系の特性、特にダンピング係数が変化すると、光スキャナ装置の走査角度が変化してしまうことがある。

【0017】そこで、こうした問題を解決するには、請求項4に記載のように、駆動信号生成手段を、自励発振回路からなる振動周波数制御部と、弹性变形部材の振動の振幅を所定値に制御するための第2の制御信号を生成する振動振幅制御部と、これら各制御部にて生成された制御信号を掛け算して駆動信号を生成する駆動信号生成部とから構成することが望ましい。

【0018】つまり、このようにすれば、使用環境が変化しても、駆動信号の周波数を弹性变形部材の共振周波数に制御できるだけでなく、駆動信号の振幅を所定値に制御できるようになり、光スキャナ装置の走査角度を、所定角度により確実に制御することが可能になる。

【0019】また次に、駆動手段及び検出手段としては、圧電ユニモルフ又は圧電バイモルフにて構成できるが、この場合、駆動手段を構成する圧電ユニモルフ又は圧電バイモルフには、加振のための大きな電圧が印加されることから、検出手段を構成する圧電ユニモルフ又は圧電バイモルフに比べて寿命が短くなることが考えられる。そして、こうした問題を解決するためには、駆動手段を構成する圧電ユニモルフ又は圧電バイモルフを、検出手手段のものに比べて、耐久性の高い高価なものを使用することも考えられるが、このようにしたのでは、駆動手段及び検出手手段の共通化を図ることができず、コストアップになる。

【0020】そこで、このように駆動手段及び検出手手段を圧電ユニモルフ又は圧電バイモルフにて構成する場合には、請求項5に記載のように、検出手手段から制御手段への検出信号の入力経路、及び制御手段から駆動手段への駆動信号の出力経路を相互に切り替える信号経路切替手段を設け、この信号経路切替手段による各信号経路の切り替えによって、駆動手段及び検出手手段として機能する圧電ユニモルフ又は圧電バイモルフを変更できるようになることが望ましい。

【0021】つまり、このようにすれば、検出手手段及び駆動手段を同一形状の圧電ユニモルフ又は圧電バイモルフにて構成しても、その内的一方のみが大きく劣化するのを防止して、その劣化を平均化することができ、延いては、装置全体の耐久性を向上し且つ安価に実現できる、といった効果を得ることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施例を図面と共に説明する。

(第1実施例) 図2は、第1実施例の光スキャナ装置のスキャナ部1の全体構成を表わす概略構成図である。

【0023】図2に示す如く、スキャナ部1は、薄板バネ材にて形成されたプレート3と、プレート3の表面側の中央に設置された反射ミラー5と、同じくプレート3の表面側の四隅に配置された圧電ユニモルフ6、7、

8、9とから構成されている。ここで、プレート3は、薄板状(厚さ0.05mm程度)の導電性金属からなるバネ材料(ベリリウム銅、バネ用ステンレス等)を、エッチング、放電加工等を利用して打ち抜くことにより、図3に示すように形成されている。

【0024】即ち、プレート3は、表面に反射ミラー5が形成される略正方形のミラー部11と、ミラー部11の対角部から上下方向に延出され、ミラー部11の左右幅方向の中心を通る中心軸(Z軸)を中心矩形波状に変化する折り返し形状をした一对のバネ部13、15と、バネ部13、15の外側端部に各々結合され、バネ部13、15及びミラー部11を囲むフレーム20と、前記各圧電ユニモルフ6～9が夫々形成される圧電ユニモルフ構成部16、17、18、19と、これら4個の圧電ユニモルフ構成部16～19の内、プレート3の上方及び下方で互いに対向する圧電ユニモルフ構成部16、17及び18、19の先端を連結する連結部21、23と、この連結部21、23とフレーム20の上下両端部とをミラー部11のZ軸上で接続する接続部25、27と、圧電ユニモルフ構成部16～19の上記連結部21、23に接続されない側の端部をプレートの左右端部側にて接続し、プレート3が座屈するのを防止する接続部28、29とから構成されている。なお、プレート3の全体の大きさは、12mm×15mm程度である。

【0025】また、反射ミラー5は、アルミ蒸着で高反射コーティングを施したシリコン製のミラーを、ミラー部11に接着することにより形成され、各圧電ユニモルフ6～9は、圧電ユニモルフ構成部16～19に板状の圧電素子を接着することにより形成されている。

【0026】そして上記4個の圧電ユニモルフ6～9の内、プレート3の上方で先端が連結部21により連結される圧電ユニモルフ6、7は、連結部21、接続部25を介してバネ部13を振り振動させる駆動手段(以下、駆動用圧電ユニモルフという)として使用され、プレート3の下方で先端が連結部23より連結される圧電ユニモルフ8、9は、バネ部15の振り振動を、接続部27、連結部23を介して検出手手段(以下、センサ用圧電ユニモルフという)として使用される。

【0027】つまり、本実施例では、プレート3が導電性金属からなるバネ材料にて形成されているため、圧電ユニモルフ構成部16～19に板状の圧電素子を接着すれば、プレート3がこれら各圧電素子の共通電極となる。そして、各圧電素子の圧電ユニモルフ構成部16～19とは反対側面に電極を設けて、この電極とプレート3との間に電圧を印加すれば、圧電素子は、その分極方向に応じた所定方向に変位し、逆にその電極とプレート3との間に発生した電圧を検出すれば、圧電素子の変位量を検出できる。

【0028】そこで、本実施例では、各圧電ユニモルフ6～9を構成する圧電素子の両面に電極形成用の導電材

(例えば銀ペースト)を塗布し、駆動用圧電ユニモルフ6, 7及びセンサ用圧電ユニモルフ8, 9を夫々構成する一対の圧電素子6a, 7a及び8a, 9aの分極方向が、図4(a)に矢印で示す如く、圧電ユニモルフ構成部16～19に対して直交し且つ互いに逆向きとなるよう、各圧電素子6a～9aを圧電ユニモルフ構成部16～19に接着し、更に、図4(a)に示す如く、各圧電素子6a～9aの圧電ユニモルフ構成部16～19とは反対側面の外側端部に電極36, 37, 38, 39を設け、この電極36～39を設けた各圧電ユニモルフ6～9の外側端部を所定の固定部材32にて固定するようしている。

【0029】この結果、本実施例のスキャナ部1において、各圧電ユニモルフ6～9は、固定部材32にて固定された一端部を中心に曲げ運動可能な片持ち梁となり、図4(b)に示す如く、駆動用圧電ユニモルフ6, 7の電極36, 37と共に電極となるプレート3との間に駆動電圧を印加すれば、図に矢印で示すように、駆動用圧電ユニモルフ6, 7を、その外側の固定端を中心と互いに逆方向に変位させて、Z軸回りにトルクを発生させることができる。

【0030】従って、駆動用圧電ユニモルフ6, 7に印加する駆動電圧を交流(正弦波)にすれば、連結部21のZ軸回りに振動トルクを発生させて、接続部25, バネ部13, ミラー部11, バネ部15, 接続部27からなる振動系(弾性変形部材に相当する)をZ軸を中心に捩り振動させ、その捩り振動により反射ミラー5を1次元方向に走査することができ、その駆動電圧の周波数を、振動系の共振周波数(例えば700Hz程度)にすれば、振動系が共振して、反射ミラー5を大きく変位させ、スキャナ部1による走査角度を大きくすることができる。

【0031】またこのように駆動用圧電ユニモルフ6, 7を駆動して、振動系を振動させた場合、その振動は、連結部23を介して、センサ用圧電ユニモルフ8, 9に伝達され、センサ用圧電ユニモルフ8, 9は、振動系の振動周波数及び振幅に応じて曲げ運動し、その変位量に比例した電圧を発生する。従って、このセンサ用圧電ユニモルフ8, 9の電極38, 39とプレート3との間に発生した電圧を検出すれば、振動系の振動周波数及び振幅(延いては走査角度)を、リアルタイムで知ることができる。

【0032】次に図1は、上記のように構成されたスキャナ部1を駆動して、反射ミラー5からの反射光を1次元方向に走査させる、本実施例の光スキャナ装置の駆動回路40(本発明の制御手段に相当)の構成を表わす。図1に示す如く、センサ用圧電ユニモルフ8, 9からの検出信号(交流電圧)は、共通の信号線41にて合成されて駆動回路40まで導かれる。そして、駆動回路40内では、その合成された検出信号が2系統に分岐され

る。

【0033】この分岐された検出信号の内、一方は、増幅器43、整流回路44、及び平滑回路45を通過することにより、スキャナ部1の振動波形の振幅に応じた直流電圧に変換される。そして、この直流電圧は、差動増幅器46に入力され、差動増幅器46において、基準電圧発生源47から出力される基準電圧との差分に応じた直流電圧に変換される。

【0034】また上記分岐された検出信号のもう一方は、増幅器49、位相シフタ50、ローパスフィルタ51、及び増幅器52を通過することにより、高調波成分が除去されて一次モードの振動成分のみからなり、しかも当該駆動回路40によりスキャナ部1の実際の振動と位同期した振動信号に変換される。

【0035】そして、この振動信号と差動増幅器46からの出力信号(直流電圧)とは、掛け算器54に入力されて、これら各信号の積に対応した信号(交流)に変換される。またこの信号は、更に、増幅器55を介して、変圧器56に入力され、変圧器56において駆動用圧電ユニモルフ6, 7を駆動可能な電圧(60Vpp程度)にまで昇圧される。そして、この昇圧された電圧信号(交流)は、信号線57を介して、駆動用圧電ユニモルフ6, 7にまで導かれ、駆動信号として、各圧電ユニモルフ6, 7に印加される。

【0036】ここで、増幅器49、位相シフタ50、ローパスフィルタ51及び増幅器52は、前述の振動周波数制御部としての自励発振回路を構成するものであり、位相シフタ50は、センサ用圧電ユニモルフ8, 9から駆動回路40を介して駆動用圧電ユニモルフ6, 7に至る駆動系全体の信号の位相関係を最適化するため使用され、ローパスフィルタ51は、スキャナ部1の振動系の1次の振動モードの周波数成分のみ通過させるのに使用される。

【0037】つまり、この回路構成により、センサ用圧電ユニモルフ8, 9からの検出信号は、位相シフタ50、ローパスフィルタ51を通過することにより、駆動用圧電ユニモルフ6, 7に正帰還されることになり、スキャナ部1の振動系は、自己の共振周波数にて振動することになる。

【0038】また、増幅器43、整流回路44、平滑回路45、差動増幅器46、及び基準電圧発生源47は、前述の振動振幅制御部としての閉ループ比例制御回路を構成しており、検出信号の振幅、延いてはスキャナ部1の走査角度を、基準電圧に対応した所定角度に制御するための制御信号を発生する。そして、この信号は、駆動信号生成部としての掛け算器54にて、上記自励発振回路からの出力と掛け算され、変圧器56を介して駆動用圧電ユニモルフ6, 7の駆動信号として出力されることから、スキャナ部1は、自己の共振周波数にて振動する

50 と共に、その走査角度は所定角度に規定されることにな

る。

【0039】従って、本実施例によれば、使用環境（温度、圧力等）の変化によってスキャナ部1の振動系の共振周波数が変化したとしても、駆動用圧電ユニモルフ6、7に印加する駆動信号をその振動系の共振周波数に追従させて、スキャナ部1の走査角度を大きくすることができますと共に、その走査角度を常に所定角度に制御することができるようになる。

【0040】そして、図1に示す如く、信号線41に端子T1を接続し、この端子T1からセンサ用圧電ユニモルフ8、9からの検出信号を取り出すようにすれば、スキャナ部1の振動状態、延いては反射ミラー5の走査位置をモニタでき、例えば、本実施例の光スキャナ装置をバーコードリーダに用いる場合には、バーコード読取時のデコードタイミングの検出等に利用できる。

【0041】以上、本発明の第1実施例として、反射ミラー5からの反射光を1次元方向に走査させる1次元光スキャナ装置について説明したが、このように1次元光スキャナ装置を構成した場合、スキャナ部1を駆動するためには、駆動用圧電ユニモルフ6、7に、60Vpp程度の電圧の交流信号を印加する必要があるのに対し、センサ用圧電ユニモルフ8、9から発生する信号は数百mVであることから、各圧電ユニモルフ6～9にかかる応力が、駆動用とセンサ用で大きく異なり、その応力が大きい駆動用圧電ユニモルフ6、7の寿命が、センサ用圧電ユニモルフ8、9に比べて著しく短くなることが考えられる。例えば、圧電素子6a～9aをプレート3に接着する接着剤の耐久性を考えた場合、駆動側の接着剤が先に寿命を迎えることが考えられる。そして、このように駆動用圧電ユニモルフ6、7が劣化すればスキャナ部1自体も使用できなくなってしまう。

【0042】そこで、スキャナ部1の長寿命化を図るために、例えば図5に示す如く、検出信号入力用の信号線41と駆動信号出力用の信号線57と、各圧電ユニモルフ6～9との間に、信号経路切替手段としての切り替え器59を設け、この切り替え器59を操作して、駆動用圧電ユニモルフ6、7と信号線57との接続を信号線41側に切り替え、センサ用圧電ユニモルフ8、9と信号線41との接続を信号線57側に切り替えるようにすることが望ましい。

【0043】つまり、このように構成すれば、切り替え器59を介して、各圧電ユニモルフ6～9の機能を駆動用からセンサ用またはその逆へと相互に切り替えることができ、その切り替えを周期的或は必要に応じて行うようすれば、同一形状に形成した各圧電ユニモルフ6～9の寿命を略同じにすことができ、スキャナ部1の寿命を延ばすことができる。

【0044】また上記説明では、プレート3を、導電性金属からなるバネ材料にて形成するものとして説明したが、このバネ材料としては、シリコン等の半導体材料を

用いることもできる。そしてこのようにすれば、プレート3上に駆動回路40を形成することも可能になり、駆動回路40を含めて光スキャナ装置全体を小型化できるようになる。またこの場合、エッチングを利用することにより、プレート3の大量生産を図ることができ、その製造コストも低減できる。但し、この場合は、圧電ユニモルフ6～9を形成する圧電ユニモルフ構成部16～19を、導電性の金属（例えば銀ペースト等）により被膜して、電極を形成する必要がある。

【0045】また更に、上記説明では、プレート3のミラー部11に、シリコンからなる反射ミラー5を設けるものとして説明したが、この反射ミラー5としては、ガラスや樹脂等に鏡面加工を施したものを使用してもよい。また、ミラー部11自体に鏡面加工を施し、その上に、直接、アルミ蒸着等で高反射コーティングを施すことにより、反射ミラーを形成してもよい。

【0046】また、上記説明では、駆動手段及び検出手段として、プレート3の圧電ユニモルフ構成部16～19の片面に圧電素子6a～9aを接着することにより形成される圧電ユニモルフ6～9を用いるものとして説明したが、これら各手段には、例えば、圧電ユニモルフ構成部16～19の両面に圧電素子を接着することにより形成可能な圧電バイモルフを用いるようにしてもよい。なお、この場合、各圧電素子の分極方向は、上記実施例と同様にすればよい。

【0047】(第2実施例) 次に本発明の第2実施例として、反射光を2次元方向に操作可能な2次元光スキャナ装置について説明する。図6は、第2実施例の光スキャナ装置のスキャナ部61の全体構成を表わす概略構成図である。

【0048】図6に示す如く、本実施例のスキャナ部61は、第1実施例のスキャナ部1と同様に、プレート63、反射ミラー65、駆動用圧電ユニモルフ66、67、及びセンサ用圧電ユニモルフ68、69とから構成されている。そして、これら各部の製作方法も、第1実施例のスキャナ部1と全く同様であり、中央に反射ミラー65が形成される、弾性変形部材としての振動系の形状が異なるだけである。以下、この振動系の形状について説明する。

【0049】図6に示す如く、第1実施例のスキャナ部1と同様、駆動用圧電ユニモルフ66、67及びセンサ用圧電ユニモルフ68、69の自由端側は、プレート63に形成された連結部71、73にて夫々接続され、その中心位置と第1フレーム70aとが接続部75、77を介して接続されている。従って、接続部75、77は、第1実施例の接続部25、27と同様、Z軸回りに振り振動可能であり、第1フレーム70aも、その振り振動に応じてZ軸を中心に回動する。第1フレーム70aは、略正方形の枠を形成しており、この第1フレーム50 70aの相対向する角部（左下・右上角部）からは、ブ

11

レート63の中心に向かって、各角部を接続するX軸（プレート63の対角線と略等しい）に沿った直線状の一対の第1スプリング13a, 15aが延出されている。またこれら各第1スプリング13a, 15aの他端には、第2フレーム70bが接続されており、第2フレーム70bのX軸と略直交するY軸に沿った角部（左上・右下角部）からは、プレート63の中心に向かって、Y軸に沿った直線状の一対の第2スプリング13b, 15bが延出されている。そして、この第2スプリング13b, 15bの他端には、反射ミラー65が接続されている。

【0050】つまり、本実施例のスキャナ部61は、駆動用圧電ユニモルフ66, 67からの加振力により、接続部75, 77をZ軸回りに振り振動させて、第1フレーム70aをZ軸回りに回動させ、更にその回動により、第1スプリング13a, 15aをX軸回りに、第2スプリング13b, 15bをY軸回りに、夫々、振り振動させることにより、駆動用圧電ユニモルフ66, 67からの加振力をZ軸回りとY軸回りとにベクトル分解し、反射ミラー65を、X軸周りとY軸周りとの2方向に振動させて、2次元の光走査を行うように構成されている。

【0051】なお、このスキャナ部61の振動系のX軸回りの共振周波数とY軸回りの共振周波数とは互いに異なり、本実施例では、例えば、X軸回りの共振周波数が50Hz程度、Y軸回りの共振周波数が900Hz程度、となるように設定されている。

【0052】このように構成されたスキャナ部61においては、駆動用圧電ユニモルフ66, 67に、X軸周りの振り振動の共振周波数に等しい周波数の駆動信号を印加すると、反射ミラー65はX軸周りに振動（以下、モードAという）し、反射光を略Y軸方向に走査できる。また、駆動用圧電ユニモルフ66, 67に、Y軸周りの振り振動の共振周波数に等しい周波数の駆動信号を印加すると、反射ミラー65はY軸周りに振動（以下、モードBという）し、反射光を略X軸方向に走査できる。そして、これら2種類の駆動信号を加算した駆動信号を、駆動用圧電ユニモルフ66, 67に印加すれば、反射ミラー65をX軸周りに振動させつつY軸周りに振動（以下、モードCという）させることができ、例えば図7に示す如く、反射光を2次元方向に走査することができる。

【0053】そして、このようにスキャナ部61を駆動した場合、センサ用圧電ユニモルフ68, 69からは、反射ミラー65の振動状態（モードA～C）に応じた、図8(a)～(c)に示す如き検出信号が出力される。なお、図8において、(a)はスキャナ部61をモードAにて振動させた場合の検出信号、(b)はスキャナ部61をモードBにて振動させた場合の検出信号、(c)はスキャナ部61をモードCにて振動させた場合の検出

10

12

信号、を夫々表わす。

【0054】次に、図9は、上記のように構成されたスキャナ部61を駆動して、反射ミラー65からの反射光を1次元又は2次元の所望方向に走査させる、駆動回路80（本発明の制御手段に相当）の構成を表わす。図9に示す如く、センサ用圧電ユニモルフ68, 69からの検出信号（交流電圧）は、共通の信号線81にて合成されて駆動回路80まで導かれる。そして、駆動回路80内では、その合成された検出信号が2系統に分岐され、その分岐された検出信号は、夫々、X軸回りの共振周波数及びY軸回り共振周波数付近の信号成分を通過させるバンドパスフィルタ82a, 82bに入力される。

20

【0055】従って、スキャナ部61が2次元の光走査を行うモードCにて駆動されている場合には、各バンドパスフィルタ82a, 82bに、図8(c)に示した検出信号が入力され、各バンドパスフィルタ82a, 82bからは、夫々、各軸回りの振動に対応した、図8(a), (b)に示す検出信号が出力されることになる。

30

【0056】次に、各バンドパスフィルタ82a, 82bから出力される各軸回りの振動に対応した検出信号は、更に2系統に分岐される。そして、これら各分岐された検出信号の内、一方は、夫々、増幅器83a, 83b、整流回路84a, 84b、平滑回路85a, 85b、差動増幅器86a, 86b、及び基準電圧発生源87a, 87bからなる閉ループ比例制御回路88a, 88bに入力される。

40

【0057】また上記各分岐された検出信号のもう一方は、夫々、増幅器89a, 89b、位相シフタ90a, 90b、及び増幅器91a, 91bからなる自励発振回路92a, 92bに入力され、各自励発振回路92a, 92bにおいて、スキャナ部61の各軸回りの振動と位同期した振動信号に変換される。そして、これら各発振回路92a, 92bからの振動信号は、各閉ループ比例制御回路88a, 88bの差動増幅器86a, 86bからの出力信号と共に、夫々、掛け算器93a, 93bに入力される。

50

【0058】次に、これら各掛け算器93a, 93bからの出力信号は、夫々、スイッチSWa, SWbを介して、加算器94に入力され、この加算器94で加算される。そして、この加算器94からの出力は、増幅器95を介して、変圧器96に入力され、変圧器96において、駆動用圧電ユニモルフ66, 67を駆動可能な電圧にまで昇圧された後、信号線97を介して、駆動用圧電ユニモルフ66, 67にまで導かれ、駆動信号として、各駆動用圧電ユニモルフ66, 67に印加される。

50

【0059】即ち、本実施例の駆動回路80は、センサ用圧電ユニモルフ68, 69からの検出信号を、信号分離手段としてのバンドパスフィルタ82a, 82bにて、スキャナ部61のX軸回りの振動成分とY軸回りの

13

振動成分とに分離し、その分離した各検出信号を、第1実施例と略同様に構成された振動周波数制御部としての自励発振回路92a, 92bに夫々入力することにより、各軸回りの共振周波数に対応した駆動信号を、駆動用圧電ユニモルフ66, 67に正帰還するための制御信号を生成させると共に、分離した各検出信号を、第1実施例と全く同様に構成された振動振幅制御部としての閉ループ比例制御回路88a, 88bに夫々入力することにより、検出信号の振幅、延いてはスキャナ部61の各軸回りの走査角度を所定角度に制御するための制御信号を生成させ、これら各制御信号を、駆動信号生成部としての掛け算器93a, 93bに夫々入力することにより、スキャナ部61を、X軸及びY軸回りに、その共振周波数にて所定の走査角度で振動させるための駆動信号を各々生成する。そして、これら各駆動信号を加算器94にて加算することにより、図8(c)に示すような各駆動信号を合成した駆動信号を生成し、この駆動信号に応じて、駆動用圧電ユニモルフ66, 67を駆動する。

【0060】従って、本実施例によれば、使用環境(温度、圧力等)の変化によってスキャナ部61の振動系の共振周波数が変化したとしても、駆動用圧電ユニモルフ66, 67に印加する駆動信号をその振動系の共振周波数に追従させて、スキャナ部61を常に所定の走査角度で動作させることができる。そして、図9に示す如く、バンドパスフィルタ82a, 82bの出力に端子Ta, Tbを接続して、これら各端子Ta, Tbからバンドパスフィルタ82a, 82bを通過した検出信号を取り出すようにすれば、スキャナ部61の各軸回りの振動状態をモニタすることができ、これら各検出信号から反射ミラー5の走査位置を検出できる。

【0061】また、この駆動回路80には、スキャナ部61をX軸回りに振動させるための駆動信号(つまり掛け算器93aからの出力信号)と、スキャナ部61をY軸回りに振動させるための駆動信号(つまり掛け算器93bからの出力信号)とを、夫々、スイッチSWa, SWbを介して、加算器94に入力するようにされているため、スイッチSWa, SWbを共に閉じれば、上記のようにスキャナ部61をモードCにて駆動して光走査を図7に示した2次元方向に行うことができるが、例えば、スイッチSWaを閉じ、スイッチSWbを開けば、X軸回りの振動成分に対応した検出信号を処理する閉ループ比例制御回路88a、自励発振回路92a及び掛け算器93aのみを動作させて、駆動用圧電ユニモルフ66, 67に対して図8(a)に示した検出信号のみを正帰還させ、スキャナ部61をモードAにて駆動することができ、逆に、スイッチSWbを閉じ、スイッチSWaを開けば、Y軸回りの振動成分に対応した検出信号を処理する閉ループ比例制御回路88b、自励発振回路92b及び掛け算器93bのみを動作させて、駆動用圧電ユニモルフ66, 67に対して図8(b)に示した検出信

14

号のみを正帰還させ、スキャナ部61をモードBにて駆動することができる。

【0062】以上、本発明の第2実施例として、反射ミラー65からの反射光を1次元又は2次元方向に選択的に走査可能な2次元光スキャナ装置について説明したが、スキャナ部61をモードCのみで駆動して、光走査を2次元方向にのみ行う場合には、図10に示す如く、駆動回路80を、図1に示した第1実施例の駆動回路40と同様、信号線81から分岐した検出信号の一方を、増幅器83、整流回路84、平滑回路85、差動増幅器86、及び基準電圧発生源87からなる閉ループ比例制御回路88と、増幅器89、位相シフタ90、ローパスフィルタ98、及び増幅器91からなる自励発振回路92と、掛け算器93と、増幅器95と、変圧器96とから構成し、変圧器96からの駆動信号を、信号線97を介して、駆動用圧電ユニモルフ66, 67に印加するようにもよい。

【0063】つまり、スキャナ部61をモードCで駆動した場合には、センサ用圧電ユニモルフ68, 69から出力される検出信号は、図8(c)に示したように、各軸方向の振動成分を合成したものとなるため、この検出信号をそのまま信号処理して、駆動用圧電ユニモルフ66, 67に正帰還すれば、スキャナ部61をモードCで駆動して、2次元方向の光走査を行うことができるようになるのである。なお、この場合、自励発振回路92を構成するローパスフィルタ98には、スキャナ部61の各軸回りの共振周波数に対応した信号成分を通過可能なフィルタを使用すればよい。

【0064】そして、駆動回路80をこのように構成すれば、スキャナ部61を1次元の光スキャナ装置として動作させることはできないものの、駆動回路80の構成を簡素化して、2次元光スキャナ装置を安価に実現できるようになる。また、上記実施例では、スキャナ部61において、第1スプリング13a, 15a及び第2スプリング13b, 15bを、夫々、直線状に形成したが、これら各スプリングは、第1実施例のスキャナ部1におけるバネ部13, 15と同様、折り返し形状にしてもよい。

【0065】また更に、駆動用圧電ユニモルフ66, 67とセンサ用圧電ユニモルフ68, 69との寿命を平均化させて、スキャナ部61の長寿命化を図るために、前述の図5に示したように、検出信号入力用の信号線81と駆動信号出力用の信号線97と各圧電ユニモルフ66～69との間に切り替え器を設け、切り替え器を操作することにより、各圧電ユニモルフ66～69の機能を駆動用からセンサ用或はその逆へと相互に切り替えるようにもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施例の光スキャナ装置の駆動回路の構成を表わすブロック図である。

15

【図2】 第1実施例の光スキャナ装置のスキャナ部の構成を表わす概略構成図である。

【図3】 第1実施例のスキャナ部を構成するプレートの形状を説明する説明図である。

【図4】 第1実施例のスキャナ部を構成する圧電ユニモルフの構成(a)及びその動作(b)を説明する説明図である。

【図5】 第1実施例のスキャナ部に対する駆動回路の変形例を表わすブロック図である。

【図6】 第2実施例の光スキャナ装置のスキャナ部の構成を表わす概略構成図である。 10

【図7】 第2実施例のスキャナ部を2次元走査させた際の走査軌跡を表わす説明図である。

【図8】 第2実施例のスキャナ部をモードA~Cにて動作させた際の検出信号を表わす説明図である。

【図9】 第2実施例の光スキャナ装置の駆動回路の構成を表わすブロック図である。

【図10】 第2実施例のスキャナ部に対する駆動回路の変形例を表わすブロック図である。

【符号の説明】
1, 61…スキャナ部 3, 63…プレート 5,

16

65…反射ミラー

6, 7, 66, 67…駆動用圧電ユニモルフ(駆動用)

8, 9, 68, 69…センサ用圧電ユニモルフ(センサ用)

21, 23, 71, 73…連結部 40, 80…駆動回路

44, 84a, 84b, 84…整流回路

45, 85a, 85b, 85…平滑回路

46, 86a, 86b, 86…差動増幅器

47, 87a, 87b, 87…基準電圧発生源

50, 90a, 90b, 90…位相シフタ

51, 98…ローパスフィルタ 82a, 80b…バンドパスフィルタ

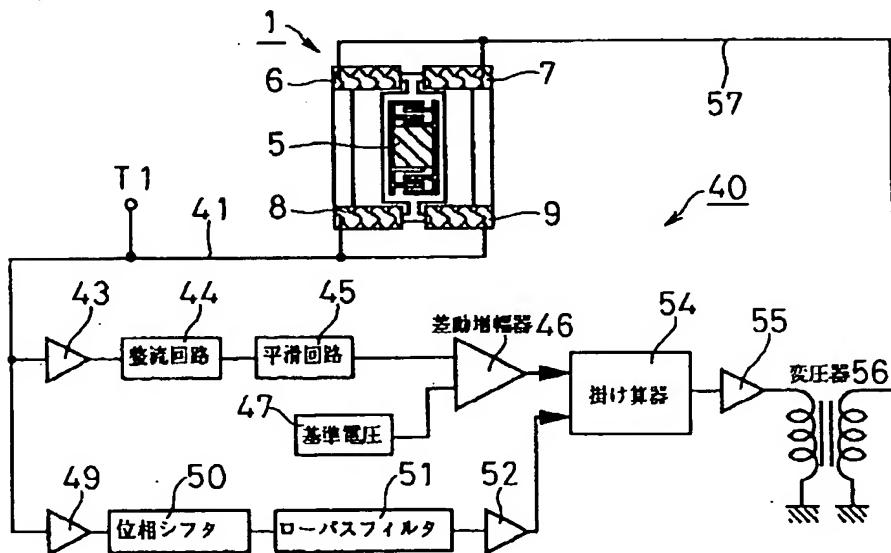
54, 93a, 93b, 93…掛け算器 56, 96…変圧器

59…切り替え器 88a, 88b, 88…閉ループ比例制御回路

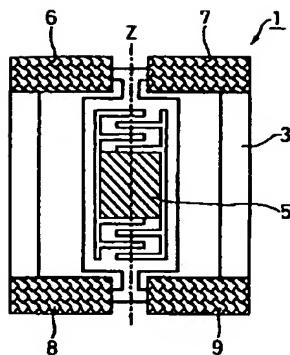
92a, 92b, 92…自励発振回路 94…加算器

20 SWa, SWb…スイッチ T1, Ta, Tb…端子

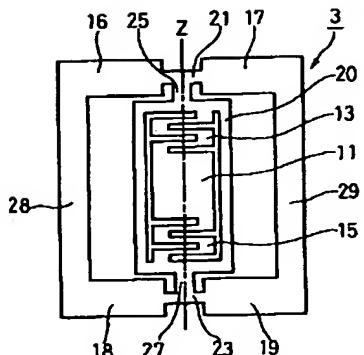
【図1】



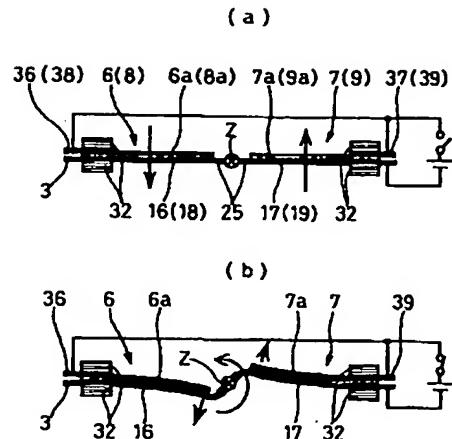
【図2】



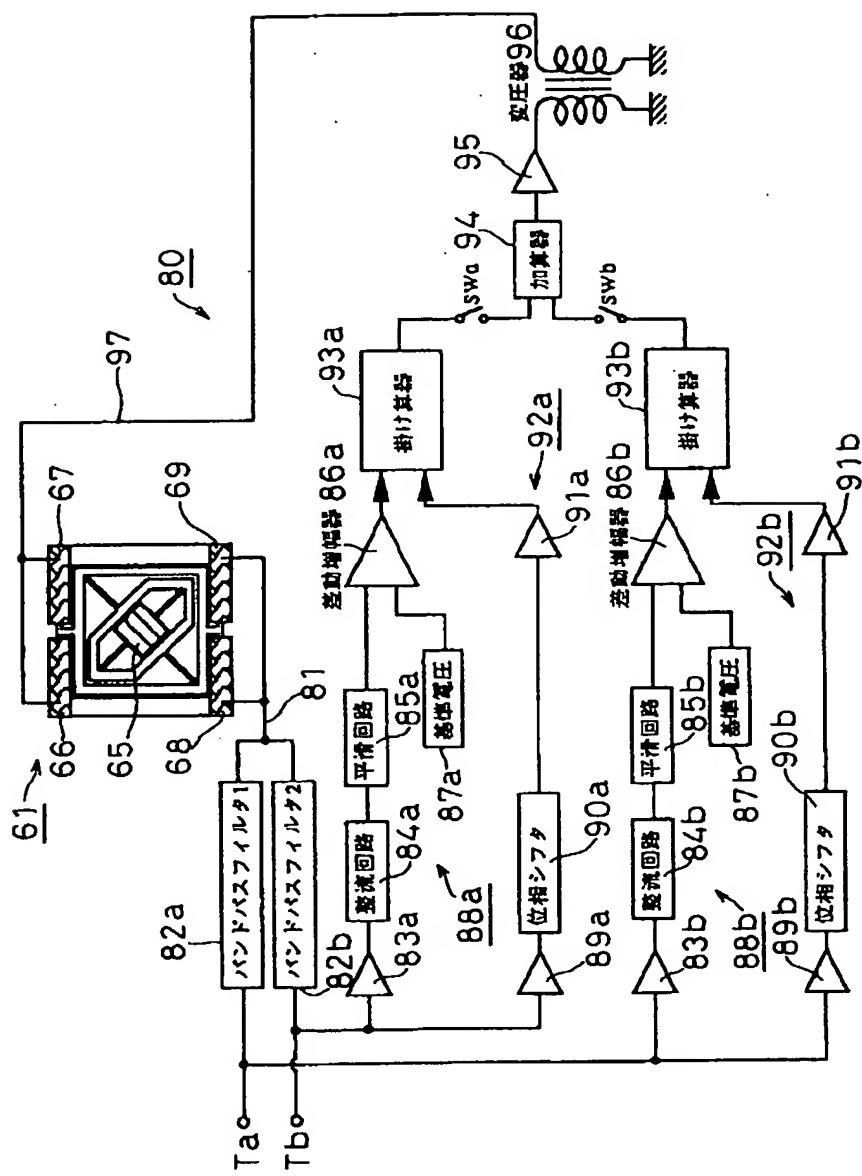
【図3】



【図4】



【図9】



【図10】

